图书情报工作
第64卷 第23期 2020年12月

PCSI：一种单篇论文被引频次标准化方法*

■ 伍军红[1,2] 肖宏[1,2] 任美亚[1] 冯士雍[3] 丁哲[4]
[1]《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司 北京 100192 [2]同方知网(北京)技术有限公司 北京 100192
[3]中国科学院数学与系统科学研究院 北京 100190 [4]南方科技大学 深圳 518055

摘 要：[目的/意义]文章的被引频次一直是量化评价一篇论文学术影响力的重要指标。但在不同学科不同年份发表的论文会因该领域研究论文数、引用滞后等因素呈现较大的差异。因此在对比两篇论文时，难以简单依据被引频次的绝对值来评判论文影响力大小。为此，本文设计了一个新的可计算数学模型，使得每篇论文可以有一个标准化的指标，以便对不同学科不同年份发表的论文的学术影响力进行直接比较。[方法/过程]通过分析2006、2017两年中国科技类学术期刊各学科论文的被引频次分布规律，采用同学科论文被引频次的分布形态最接近对数正态分布的先设条件，提出一种被引频次标准化指数——Paper Citation Standardized Index（简称PCSI，中文“论文引证标准化指数”）。最后以中国科协优秀科技期刊论文评选结果为例，将它们与论文所属学科全部论文进行实证对比研究。[结果/结论]结果证明，PCSI对不同年份、不同学科论文的被引频次进行了标准化，反映了被引频次的线性差距，是一种较为理想的单篇论文学术影响力比较评价工具。

关键词：被引频次 单篇论文评价 论文引证标准化指数 论文学术影响力 PCSI
分类号：G301
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2020.23.003

2020年2月17日，科技部发布了《关于破除科技评价中“唯论文”不良导向的若干措施（试行）》，文件中提出“强化代表作同行评议，实行定量评价与定性评价相结合。”这就从科技政策层面，改变了过去以论文数量、尤其是“以刊论文”的评价导向，更突出了代表性工作的价值。事实上，很多高校也已经开始采用代表作评价制度，但如何避免人情关系、如何实施定量与定性相结合的评价，已有很多学者进行了研究[1-8]。代表作评价的核心是对单篇论文的评价。为了科学合理地开展代表作评价，仍需参考论文的外部指标，尤其是论文的被引频次。事实上，论文的引证指标，反映了专业读者对于论文价值的客观认可表现，不应完全摈弃，而应合理使用。在实际的评价应用场景中，经常会用到跨学科跨年度单篇论文的比较问题，但不同学科不同年份发表的论文因该领域研究论文数、引用滞后等因素呈现较大的差异，因此在对比两篇论文时，不能简单根据被引频次的绝对数值大小来评判论文影响力大小。

学科标准化方法是消除论文被引次数指标上的学科差异的数学方法。荷兰莱顿大学的科学技术元勘中心（CWTS）物理学家A. Raan的工作组在1980年代初期就确定了评价方法中，在每一领域的国际比较时，要对被引次数进行标准化处理，将被评估对象的科研业绩与国际基准线进行对比。该指标以前被称为Crown Indicator（皇冠指标）[9-13]。张志辉[14]系统论述了学科标准化的原则和评价标准，比较了两种常见线性学科标准化方法——比均值法和z-score，还有一种非线性标准化方法——百分位数等级法（Percentile Rank Method）。其中，比均值法被提出的时间较早，在各种各样的学科标准化方法中比均值法是最典型、最具代表性且迄今为止最常用的方法。Z-Score则同时利用分布的集中趋势和离散趋势；百分位数等级法将论文的被引次数转换成学科引文分布中的一种位置信息。张志辉认为，标准化应保持被引次数的等间距属性，也就是应该采用线性变换方法，并提出了基于最优化的线性标准化方法，但这种方法需要首先确定一个共同

* 本文系中国科协课题“面向国际的科技期刊影响力综合评价方法研究”（项目编号：2019KJQK004）研究成果之一。
作者简介：伍军红（ORCID：0000-0001-6607-6911），主任编辑，E-mail：wujh@cnki.net；肖宏（ORCID：0000-0003-1984-5364），编审；任美亚（ORCID：0000-0001-8272-2995），研究员；冯士雍，研究员，博士生导师；丁哲（ORCID：0000-0001-7834-3773），硕士研究生。
收稿日期：2020-08-13 修回日期：2020-09-23 本文起止页码：22-30 本文责任编辑：杜杏叶

的参考分布 L 作为各学科引文分布逼近的目标[14]。陈仕吉等[15]、刘运梅等[16]均提出可以从节点文献的参考文献、引证文献两个角度进行单篇论文的评价。何春建[17]认为论文的影响力应该包含下面 3 种影响力：累计综合影响力、年度新增影响力、当下影响力，并提出了 TVF、TVF(n) 以及 VF(t) 等单篇论文影响力评价指标的算法，其消除学科和发表年差异采用的方法是比均值法。曹进军[18]以同一机构同学科领域的全部论文和顶级论文平均值将同学科论文划分为三段进行标准化，其中考虑到了不同被引频次段论文的贡献不同。陈小清等[19]将引证文献分成三个部分：h 核、h 尾和零被引部分，并构建学术矩阵，最后通过矩阵的迹来度量论文的学术质量。然而，有关单篇文献定量评价指标研究的文献以及被引频次标准化研究文献所提到的各类方法，均十分复杂，过多地依赖各种参数，例如引入评价意义尚不明确的参考文献数量，或主观地引入分档标准，而且其标准化方法并未突破比均值法的思想。

在实践层面，国外数据库 Web of Science 和 Scopus 都分别提供了采用比均值法进行标准化的学科规范化论文影响力指标。该指标在爱思唯尔的 Scopus 数据库中命名为 Field-Weighted Citation Impact (FWCI)[20]，在科睿唯安 InCites 数据库中的命名为 Category Normalized Citation Impact (CNCI)[21]，由于两个指标均采用同一种标准化方法，本文在下面的讨论中统一以 CNCI 来代表此类算法。

然而，由于被引频次分布客观上不是对称的，因此上述多种标准化方法模型都没有很好解决标准化问题。被引频次除以学科均值反映的是被引频次与学科平均值之间的关系。而对于被引频次来说，由布拉德福定律可以得知学科平均值并不能很好地反应大多数的被引频次。更为重要的是，一篇高被引论文并不等于若干篇低被引论文的累积，被引频次越高难度越大，也越稀缺。这好比一颗 10 克拉的钻石绝不等于 100 颗 0.1 克拉钻石的价值一样。被引频次也具有这种越高越稀缺的属性。而包括 CNCI 和 FWCI 在内的各种比均值法恰恰忽视了这种差异。因此需要进一步研究被引频次的分布，并提出更能揭示论文价值的标准化方法。

1 被引频次的分布

采用何种方法进行标准化，需根据被引频次的分布规律进行科学的选择。关于被引频次分布规律的研究，国内外有较多的文献成果。例如：Y. Eom 和 S. Fortunato 对期刊 *Physical Review D* 从创刊到 1997 的被引频次数据进行分析，检验了三种分布：幂律分布 (Power Law Distribution)、对数正态分布 (Lognormal Distribution)、移位幂律分布 (Shifted Power Law Distribution)，指出对数正态分布比幂律分布要好，但是在曲线右边的拟合度不好[22]。A. Chatterjee 等研究了机构、期刊的被引频次分布，发现(被引频次)/(该年该学科平均被引频次)服从对数正态分布，但是最大被引频次反而服从幂律分布[23]。E. Vieira 等研究的是不同学科不同年期刊的被引频次分布问题。他提出了一个新的计算方法，混合泊松指数分布：假定被引是随机的，文章获得的引用次数是泊松分布，被引的期望是指数形的，经积分可得一篇文章得到 k 次被引的可能性，更进一步他发现被引频次分布更好地服从双重混合泊松指数分布[24]。S. Redner 研究了 *Physical Review* 期刊里面文章的被引频次问题。发现被引频次成类似对数正态分布[25]。M. Brzezinski 研究了 Scopus 在 1998－2002 所有文章的被引频次分布情况，其中最有价值的是他对各个常见分布做了拟合优度检验。他发现小一半的学科服从幂律分布，拟合优度检验合格的学科里面，对数正态分布，尤尔分布 (Yule Distribution)，移位幂律分布在绝大多数学科都比单纯的幂律分布要好，但是差异不明显[26]。国内有关被引频次分布的研究不多，但也有学者对个别学科论文被引频次进行了研究。邓慧颖等研究了国内 1 007 篇水稻病毒论文的被引频次分布，认为与幂函数和洛卡特定律的拟合效果较好，但不能通过柯尔摩哥洛夫－斯米尔洛夫 (Kolmogorov-Smirnov) 检验，水稻病毒论文累积论文数量比值与累积被引频次的比值符合布拉福德分布曲线[27]。汪跃春等对 2004 年发表的图书情报学与数字图书馆论文样本的被引频次分布进行拟合分析，得出论文被引频次分布曲线与布拉德福文献分布曲线基本一致，但在 0.5% 高被引论文的被引频次高于正常的曲线分布，同时在半对数曲线中也普遍存在“格罗斯下垂”，下垂误差为 6%－7% 的结论[28]。毛国敏等对不同学科类别、载文规模和学术影响力的 3 种期刊研究得出“期刊论文被引频次存在幂律现象，论文被引的概率与被引频次的常数幂存在简单的比例关系”的结论[29]。以上研究并未对我国科技论文的被引频次分布开展大范围系统性研究，但为本研究提供了可借鉴的方向。

本文采用中国知网 2006、2017 年发表科技期刊论

文数据,按照年、学科对论文进行分组,分析不同组的被引频次分布。2006 年的论文已发表 15 年之久,早已超过文献引用半衰期,其被引频次基本稳定,反映"老年论文"的被引频次状态;2017 年的论文至今刚发表 3 年,正处于使用的活跃期、被引高峰期,反映了"年轻论文"的被引频次状态。对比研究这两种状态的被引频次,可以更全面了解被引频次的分布规律。其中所采用的数据以中国知网检索系统的学科导航分类,该分类是基于《中国图书馆分类法》进行的论文学科划分,涵盖了理、工、农、医共 86 个学科领域。

本研究对上述两个年份的多种学科论文的被引频次数据,借助统计软件(如 R 等)对其分布类型进行观察分析,主要是通过表示分布偏度(Skewness)及峭度(Kurtosis)的 Gullen-Frey 图及更直观展示分布规律的 Q-Q 图(分位数 - 分位数图),将同一学科同一年份的论文被引频次分布与常用的统计分布进行拟合比较。这些分布包括正态分布、对数正态分布、指数分布、罗吉斯蒂克分布(Logistic Distribution)、贝塔(Beta Distribution)及伽玛分布(Gamma Distribution)等。在使用时,将每组数据中的 0 被引论文剔除。其中,2006 年近似对数正态分布共 71 个学科,近似伽玛分布共 13 个学科;近似贝塔分布有 2 个学科。2017 年近似对数分布共 78 个学科;近似伽玛分布 7 个学科;近似贝塔分布有 1 个学科。2006、2017 年被引频次近似对数正态分布的学科论文比例分别达到占比 73.70% 和 89.06%。

为直观地展示被引频次分布,下面每种方法均随机选取 4 组数据加以说明。

首先用 Gullen-Frey 图对被引频次分布进行常见分布的拟合。被引次数为离散型数据,在数据量很大且没有明显跳跃时,可以当作连续型数据来处理。如组图 1 所示,该图横纵轴代表偏度和峰度,右上角列出各个分布模型的图例。观测对象(大圆点 Observation)与各个分布模型的距离代表着与该模型的相似度。例如:2006 年物理学的被引频次作为观察对象位于代表对数正态分布和伽马分布的虚线之间,则考虑该组数据分布接近对数正态分布或伽马分布;2006 年轻工业手工业的被引频次落在代表对数正态分布的虚线之上,则考虑该组数据分布更接近对数正态分布。

通过 Gullen-Frey 图,发现在所有常用分布中,被引频次分布更加贴近对数正态分布,为此进行进一步拟合检验。本文采用 Q-Q 图(分位数 - 分位数图)、柯尔摩哥洛夫 - 斯米尔洛夫检验与卡方拟合优度检验等方法研究其分布规律。结果显示,被引频次分布更接近对数正态分布或指数分布。但两者都有一定局限性。从统计检验角度而言,不能说它们完全服从对数正态分布或指数分布。

取对数后的被引次数与正态分布的 Q-Q 图(见图 2)显示,同学科同年份论文被引频次与对数正态分布颇为接近,趋势明显。但不少学科/年份数据也显示偏离对数正态分布或指数分布的偏差(消除趋势后)并不完全是随机的。若把数据分为低被引、中被引和高被引三部分,则消除趋势后的低被引数据普遍低于拟合曲线,消除趋势后的中被引数据与对数正态分布贴合较好,高被引则较为随机。

经过柯尔摩哥洛夫 - 斯米尔洛夫检验和分组卡方检验,发现无论是与指数还是对数正态分布,都无法验证被引次数与上述分布拟合得很好。对指数分布而言,Q-Q 图显示中部及尾部偏离较大;而对于对数正态分布,则主要是因为被引次数恒为非负整数,故在零及附近,拟合不佳。

根据 Q-Q 图,发现发表年份较长的数据(2006 年)比近期发表的数据(2017 年)与对数正态分布拟合更好,见图 3。

由于对数正态分布无法对被引频次为零的文章数量做出正确的估计,经过 Q-Q 图比较各种分布,指数分布被认为是在低引用时拟合效果较为良好的分布。即使在某低引用频次值处有峰,不符合指数分布的单调下降的特性,但结果偏离也不会太大。

综上所述,本文认为基于对数正态分布与指数分布进行标准化,都有一定的合理性。只要排除零引用频次情况,对数正态分布整体上更为适用。在必须考虑零引用时,在低被引频次段,则可以用基于指数分布的标准化方法。

2 PCSI 的定义及计算方法

基于上述对被引次数分布规律的研究,本文提出一种论文被引频次标准化指数——Paper Citation Standardized Index,简称 PCSI(中文名称:"论文引证标准化指数"),为不同年不同学科的单篇论文被引频次比较提供基础。

PCSI 的定义及计算方法如下:

去除被引频次为 0 的数据,设 x 为同一学科同一年的被引频次,此时 x 为大于 0 的正整数。令 $y = \ln(x)$

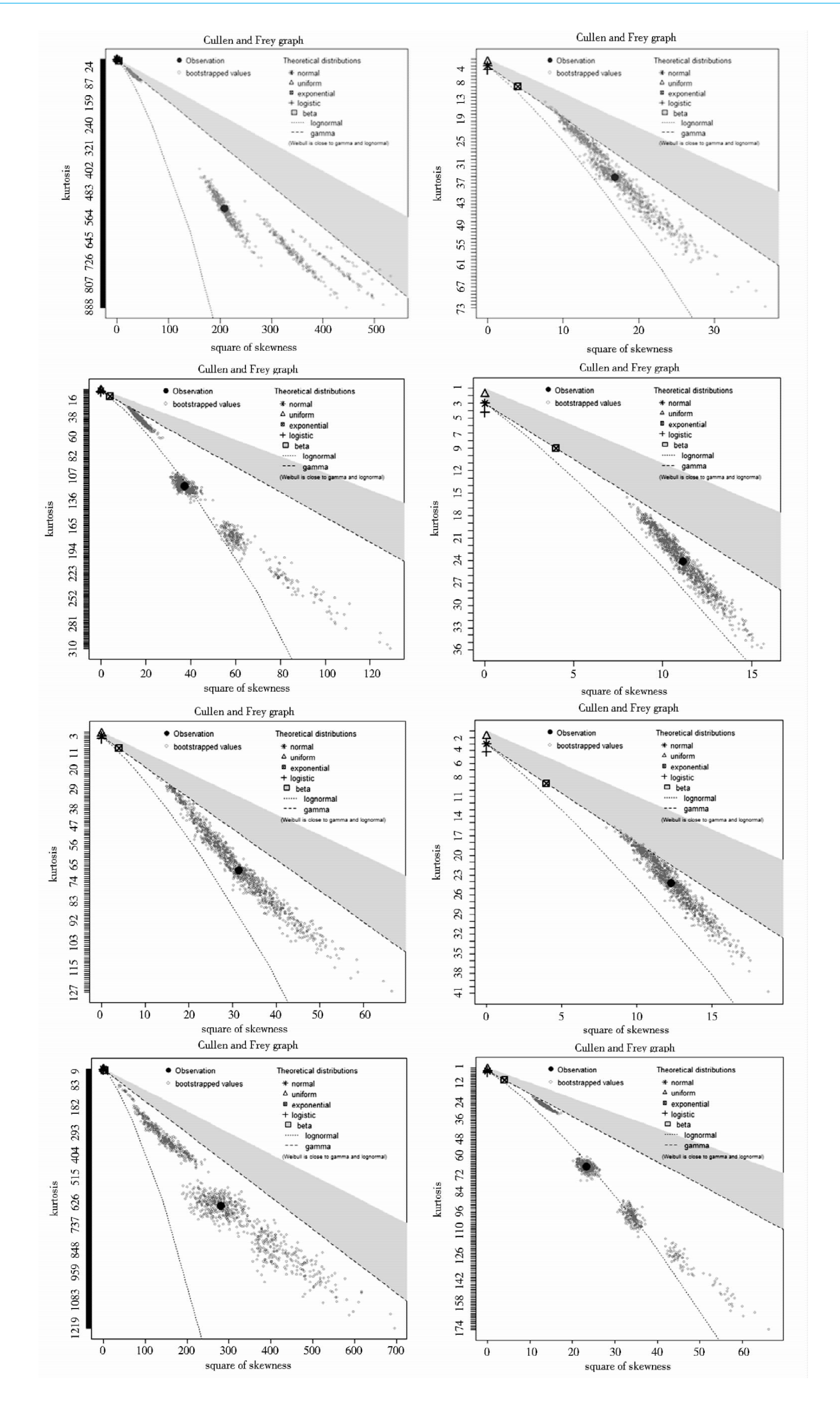


图 1　随机抽取 4 个学科被引频次分布拟合

注：从上到下为：物理学、轻工业手工业、畜牧与动物医学、外科学；左图：2006 年，右图：2017 年

图 2 随机抽取两个学科的 2006 年复被引频次拟合情况

注:上图为力学,下图为矿业工程;左图:一般 Q-Q 图,右图:消除趋势后的 Q-Q 图

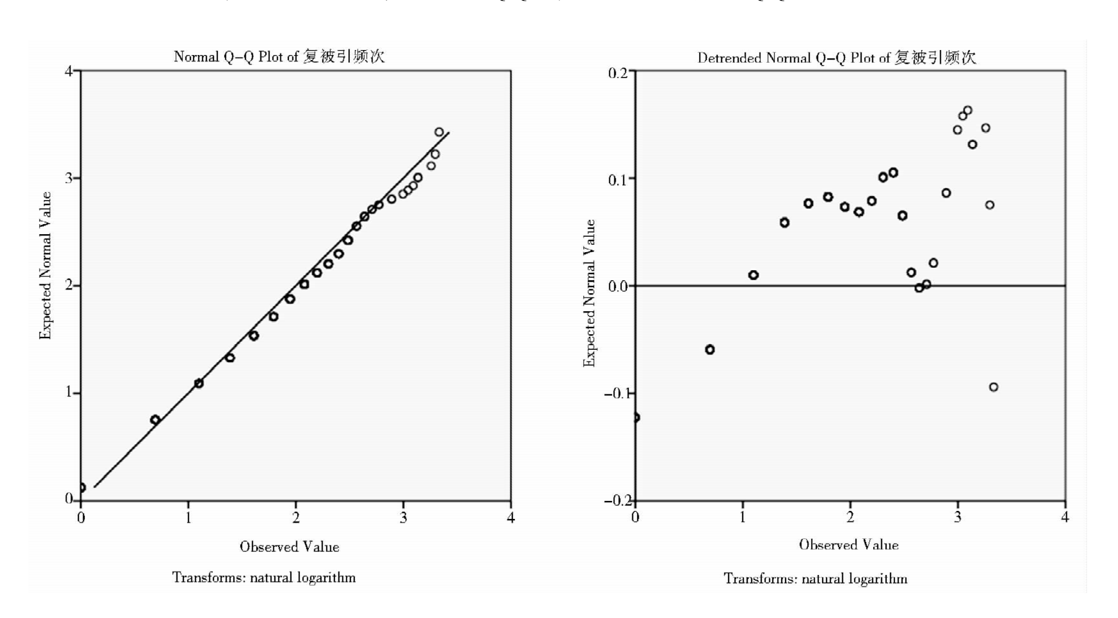


图 3 力学的 2017 年复被引频次拟合情况

注:左图:一般 Q-Q 图,右图:消除趋势后的 Q-Q 图

伍军红，肖宏，任美亚，等. PCSI：一种单篇论文被引频次标准化方法[J]. 图书情报工作,2020,64(23):22－30.

$$z = \frac{y - \bar{y}}{S}$$

其中 $y = \ln(x)$ 是 x 的自然对数，$\bar{y}$ 为 y 的平均数，S 为其标准差。则论文引证标准化指数 PCSI 定义为：

$$PCSI = \begin{cases} e^{z} & x > 0 \\ 0, & x = 0 \end{cases}$$

所以将 PCSI 称为一种标准化指数，是因为当 x 服从对数正态分布时，则 y 服从正态分布，而标准化变量 z 服从标准正态分布。

例如论文 A 是发表于 2017 年，学科为农作物，它的被引频次为 27，取对数后为 3.30，全国同行论文（同样发表于 2017 年，学科为农作物）的被引频次取对数后平均值是 0.91（对应被引频次为 2.48，该学科论文被引频次均值为 3.75），标准差是 0.85（对应被引频次为 0.06 ；1.76，由于被引频次分布的非对称性，取对数后的标准差在均值左右两侧对应被引频次数值是不一样的），那么论文 A 的 PCSI 就是 $e^{\frac{(\ln 27 - 0.91)}{0.85}} = 16.58$。

进行标准化处理后，不同学科、年发表论文的被引频次均近似服从标准对数正态分布（$\mu = 0, \sigma^2 = 1$），由于对数正态分布的数学期望为 $e^{\mu + \sigma^2/2}$，可以计算得出各学科非 0 被引频次论文的理论 PCSI 平均值 = 1.65（即 $e^{\frac{1}{2}}$）。

3　与 CNCI 算法对比

由于被引频次分布的非对称性，在均值左右两侧，相同被引频次取对数后得到的数值是不一样的。例如：在被引频次 20 的左侧，被引频次从 10 提高到 20，所对应的是 ln20 － ln10 = 0.693，而在 20 的右侧，被引频次从 20 提高到 30，所对应的是 ln30 － ln20 = 0.405。也就是说，当被引频次越高的时候，要想提高相同的 y，需要更大的 x，也就是需要付出更多的努力，难度更高。这与单篇文献的价值属性是相符的，也与当前要求少发垃圾论文，鼓励高质量代表作的理念是相符的。而 CNCI 和 FWCI 则没有这样的性质。具体到 PCSI 与 CNCI 指数，假设 3 篇论文被引频次分别为 10、20、30 次，构成一组，分别计算其 y、z、PCSI、CNCI 值，请见表 1，论文 3 与论文 2、论文 2 与论文 1 的被引频次差值均为 10 次，但论文 3 与论文 2 的 PCSI 差值为 1.277，论文 2 与论文 1 的差值为 0.847，体现了同样是 10 次被引频次但在更高的被引频次基础上价值更大，而 CNCI 的差值始终是 0.5，没有体现这种差异。而这种被引频次越高越难的差异是客观存在的，通过数据的分布来体现的，因此 PCSI 相比 CNCI 更好地反映了这一现象。

表 1　PCSI 与 CNCI 的简单对比示意

论文	被引频次 x	y	z	PCSI	PCSI 提高	CNCI	CNCI 提高
论文 1	10	2.303	－1.075	0.341		0.500	
论文 2	20	2.996	0.173	1.188	0.847	1.000	0.500
论文 3	30	3.401	0.902	2.466	1.277	1.500	0.500

4　实证研究

本文以中国科协第 1 －4 届优秀科技期刊入选论文为例，计算各学科论文的 PCSI，并与 CNCI 做对比分析。

4.1　按发表年比较研究

中国科协第 1 － 4 届优秀科技期刊论文共有 319 篇论文匹配知网数据库，发表于 2012 －2019 年，属于 85 个学科（由于存在一篇论文有多个学科的情况，且 PCSI 和 CNCI 均为学科内标准化，可将复分的论文视作 2 篇，故以下统计数据基于复分后的 396 篇进行统计分析）。本文将各学科全部论文提取出来作为对照组，按上文介绍的方法计算每篇文章的 PCSI。全部论文（对照组）、优秀论文各年统计数据见表 2。优秀论文的篇均被引频次、篇均 PCSI、篇均 CNCI 分别为对照组的 13.50 倍、13.36 倍、12.27 倍。说明 PCSI 和 CNCI 均基本保留了被引频次差距的线性关系。优秀论文的 PCSI 和 CNCI 都远远高于对照组，说明被专家定性遴选的优秀论文在被引频次等评价指标上表现同样优秀。

从发表年被引频次差异来分析，发表时间早的论文要高于发表时间晚的论文，这是因为论文被引用是发生在后续研究中的行为，统计论文的被引频次必然存在滞后性，例如：2012 年论文的篇均被引频次为6.69，而 2018 年论文的篇均被引频次为 2.61，前者是后者的 2.56 倍，因此发表于不同时间的论文的被引频次不具有直接可比性。而 PCSI 则基本可以跨年度进行比较。例如：2012 年至 2018 年，篇均 PCSI 标准差仅为0.04。2019 年文献发表仅 1 年，不论被引频次还是被引文献数量均处于较低水平，其数据不具有代表性，即便如此，篇均 PCSI 2.47，与 2012 年相比也仅相差1.4倍，显著小于篇均被引频次的差距（6.69：1.68）。PCSI 各年均值为 1.80 左右，可以看做其与理论 PCSI 的平均值 1.65 相近，但也说明被引频次取对数后并非完美正态分布。发表时间

越长的文献平均 PCSI 值越接近 1.65,说明了发表年份较长的数据与对数正态分布拟合更好。

表 2 各年度论文与优秀论文对比

年份	全部论文				优秀论文			
	篇数	篇均被引频次	篇均 PCSI	篇均 CNCI	篇数	篇均被引频次	篇均 PCSI	篇均 CNCI
2012	1 240 748	6.69	1.76	1.00	35	151.94	27.36	20.87
2013	1 272 214	6.15	1.77	1.00	56	111.73	29.17	18.45
2014	1 266 241	5.56	1.78	1.00	85	75.14	25.88	13.91
2015	1 277 232	4.99	1.78	1.00	68	55.87	26.04	12.40
2016	1 283 186	4.43	1.78	1.00	66	35.08	20.03	8.61
2017	1 240 236	3.61	1.80	1.00	43	20.17	18.67	7.12
2018	1 052 771	2.61	1.88	1.00	36	12.01	14.79	4.46
2019	514 474	1.68	2.47	1.00	7	9.00	56.23	4.77
合计:	9 147 102	4.74	1.83	1.00	396	63.9	24.42	12.27

4.2 按学科比较研究

各学科论文的被引频次呈现较大差异,通常来说跨学科不可直接比较。为了论证 PCSI、CNCI 对各类学科的标准化效果,本文从理工农医大类各抽取了若干学科,兼顾发文量大、中、小各种情况,共选取了 20 个学科见表 3。表 3 分理工农医四组,列出 2012 - 2019 年各学科论文量及篇均被引频次、篇均 PCSI、篇均 CNCI 数据。在选取的 20 个学科中,各学科被引频次的差异是很明显的,例如:"船舶工业"学科的篇均被引频次仅为 2.38,而"环境科学与资源利用"学科的被引频次为 7.49,后者是前者的 3 倍。但标准化以后的 PCSI,篇均 PCSI 最小的学科为中医学(1.69),最大为自动化技术(2.05),两者的差异仅有 20.09%。

作为不同质量论文的对照,表 3 列出了各学科入选科协优秀论文的数量及篇均被引频次和篇均 PCSI、篇均 CNCI。从表 3 中,同样可以看到优秀论文的篇均被引频次和篇均 PCSI、篇均 CNCI 均远远高于同学科所有论文的篇均被引频次和篇均 PCSI 值(大于 3 倍标准差)。而且优秀论文篇均 PCSI 与同学科所有论文的比值为 15.28(即 28.07∶1.84),而优秀论文篇均被引频次与同学科所有论文篇均被引频次的比值 17.81(即 94.28∶5.29),二者大致相当,说明 PCSI 基本保留了论文之间被引频次的差距。而优秀论文篇均 CNCI 与同学科所有论文 CNCI 的比值 11.72(即 11.72∶1.00),并不能反映论文之间被引频次的差距。在抽取的 20 个学科中,篇均 PCSI 为 1.81,各学科的 PCSI 也基本围绕 1.80 左右波动,这与理论被引频次非 0 论文的被引频次的平均值 1.65(即 $e^{\frac{1}{2}}$)也非常相近。

5 结论

(1)论文发表后的被引频次,作为一种反映论文学术影响力的外部指标是非常重要的,可以视作更大同业群体的同行评议结果。不论是在对学者科研工作量和绩效的统计中,还是在代表作评价时辅助专家定性评价,都具有重要的参考作用。

(2)由于论文被引频次因发表年、学科存在很大差异,不能直接进行比较,标准化以后使被引频次具有跨学科跨发表年的可比性是科研评价中的现实需求,而 Web of Science 和 Scopus 采用的"学科规范化论文影响力"指数并未考虑被引频次分布,存在可以改进的空间。

(3)通过文献综述和实际研究中国知网 2006、2017 年科技类 86 个学科领域发表文献的被引频次,发现被引频次的分布虽不能完美地拟合任何一种分布,但与幂律分布、指数分布、对数正态分布等常用分布都具有一定的相似性,但大部分学科与对数正态分布拟合度最好。而社科类论文的被引频次分布有待后续研究。

(4)本文提出以对数正态分布模型为基础设计 PCSI(Paper Citation Standardized Index,中文名称:中国知网"论文引证标准化指数"),该指数计算方法为:先对非零被引频次 x 取对数 y,再按正态分布对被引频次标准化,令 $z = \frac{y - \bar{y}}{S}$($\bar{y}$ 为 y 的平均数,S 为标准差),由于取对数时压缩了被引频次的真实差距,需对 z 取指数以恢复被压缩的被引频次的差距。即:PCSI = e^{z}。

(5)本文通过中国科协优秀论文项目评选的 2012 - 2019 年各学科优秀论文,与所属学科全部论文进行对比研究。实证证明,PCSI 在跨学科、跨年度比较时可有效消除被引频次绝对值的差异,且很好地保留了不同质量论文的差距,并且统计表明,与论文同行评议的结果匹配度较高,因此是一种可推广的单篇论文学术影响力定量评价方法。

表3　各学科论文与优秀论文对比

学科	全部论文				优秀论文			
	篇数	篇均被引频次	篇均 PCSI	篇均 CNCI	篇数	篇均被引频次	篇均 PCSI	篇均 CNCI
理学类	**246 994**	**5.69**	**1.91**	**1**	**57**	**62.17**	**13.42**	**8.71**
地质学	126 385	6.53	2.02	1	29	102.09	17.33	9.97
生物学	78 399	4.28	1.86	1	16	13.19	5.74	3.31
地球物理学	41 430	5.86	1.77	1	10	33.79	15.33	5.87
天文学	780	2.66	1.86	1	2	23.5	50.81	9.05
工学类	**852 905**	**5.39**	**1.86**	**1**	**74**	**120.04**	**33.23**	**15.8**
电力工业	316 618	5.09	1.94	1	19	125.49	43.14	21.36
自动化技术	203 091	5.23	2.05	1	18	109.65	33.87	24.11
环境科学与资源利用	145 035	7.49	1.86	1	8	248.83	38.52	26.09
化学	89 326	5.01	1.73	1	10	12.07	4.26	2.25
水利水电工程	82 460	4.02	1.85	1	13	32.61	20.17	9.16
船舶工业	9 371	2.38	1.76	1	3	5.33	5.38	2.19
冶金工业	5 620	4.76	1.73	1	1	29	11.68	6.09
新能源	1 384	8.31	1.86	1	2	224	42.88	26.95
农业类	**127 298**	**5.52**	**1.84**	**1**	**13**	**55.58**	**13**	**9.25**
农作物	125 778	5.54	1.81	1	12	55.4	12.63	8.63
蚕蜂与野生动物保护	1 520	4.03	1.72	1	1	70	43.44	17.38
医学类	**775 999**	**5.02**	**1.79**	**1**	**34**	**82.54**	**29.52**	**9.59**
临床医学	362 129	4.66	1.77	1	7	142.75	52.52	28.04
肿瘤学	212 609	4.87	1.95	1	11	14.1	5.31	3.17
中医学	147 550	6.24	1.69	1	8	53.65	14.75	11.33
预防医学与卫生学	31 789	4.1	1.78	1	4	35	15.07	9.48
医药卫生政策与法律	18 267	5.92	1.77	1	2	16	4.88	2.7
生物医学工程	3 655	4.29	1.72	1	2	10	4.37	2.33
总计	**2 003 196**	**5.29**	**1.84**	**1**	**178**	**94.28**	**28.07**	**11.72**

注：表中学科大类下按全部论文篇数降序排列

参考文献：

[1] 复旦力推学术评价“代表作”制度[N/OL]. 中国高校之窗. http://www.gx211.com/news/2012329/n899593985.html.
[2] 孙亮. 我看“学术代表作”评价制度[N]. 北京日报,2012－09－24(020).
[3] 姜春林,赵宇航. 代表作评价:探索之路与完善之策[J]. 甘肃社会科学,2016(3):143－148.
[4] 叶继元. 有益遏制学术评价形式化数量化[N]. 中国教育报,2012－03－28(003).
[5] 付慧真,张琳,胡志刚,等. 基础理论视角下的科研评价思考[J]. 情报资料工作,2020,41(2):31－37.
[6] 杨兴林. 高校教师职务晋升的学术代表作评价研究[J]. 江苏高教,2015(2):34－37.
[7] 石晶,李晓彤. 热与冷:高校学术代表作评价制度的思考[J]. 甘肃社会科学,2014(6):73－75.
[8] 刘蓉蓉,卢垚,刘涛. 中国农业科学院科技论文评价探索实践[J]. 农业科技管理,2018, 37(3): 14－17.
[9] De B R E, KINT A, LUWEL M, et al. A study of research evaluation and planning: the University of Ghent[J]. Research evaluation, 1993(1):25－41.
[10] MOED H F, BRUIN R E D, LEEUWEN T N V. New bibliometric tools for the assessment of national research performance: database description, overview of indicators and first applications[J]. Entometrics, 1995, 33(3):381－422.
[11] BRAUN T, W. Glänzel. United Germany: the new scientific superpower? [J]. Entometrics, 1990. 19(5/6):513－521.
[12] SCHUBERT A, BRAUN T. Relative indicators and relational charts for comparative assessment of publication output and citation impact[J]. Entometrics, 1986, 9(5/6):281－291.
[13] VINKLER P. Evaluation of some methods for the relative assessment of scientific publications[J]. Entometrics, 1986, 10(3): 157－177.
[14] 张志辉. 论文影响力的线性学科标准化方法研究[D]. 上海:上海交通大学,2015.
[15] 陈仕吉,史丽文,李冬梅,等. 论文被引频次标准化方法述评[J]. 现代图书情报技术,2012(4):54－60.
[16] 刘运梅,李长玲,冯志刚,等. 改进的 p 指数测度单篇论文学术质量的探讨[J]. 图书情报工作,2017,61(21):106－113.
[17] 何春建. 单篇论文学术影响力评价指标构建[J]. 图书情报工作,2017, 61(4):98－107.
[18] 曹进军. 基于 Total-Top 论文引用均值的非线性分段评价体系研究[J]. 情报杂志,2017,36(4):189－195,201.
[19] 陈小清,刘丽,邢美园. 单篇论著影响力评价指标比较分析——学术迹与 Altmetrics 评分、F1000 评分、Comment 的比较[J]. 情报理论与实践,2017,40(3):114－118.
[20] Scopus:访问和利用支持中心. 什么是领域加权的引用影响

(FWCI)? [EB/OL]. [2020 - 09 - 22]. https://cn. service. elsevier. com/app/answers/detail/a _ id/16215/ c/10547/supporthub/scopus/kw/FWCI/.

[21] 科睿维安. Indicators Handbook. Impact indicators category normalized citation impact [EB/OL]. [2020 - 09 - 22]. https://incites. help. clarivate. com/Content/ Indicators-Handbook/ih-impact-indicators. htm? Highlight = CNCI.

[22] EOM Y, FORTUNATO S. Characterizing and modeling citation dynamics[J]. PLoS ONE, 2011, 6(9):e24926.

[23] CHATTERJEE A, GHOSH A, CHAKRABARTI B K. Universality of citation distributions for academic institutions and journals[J]. PLoS ONE, 2016, 11(2):e0148863.

[24] VIEIRA E, GOMES J. Citations to scientific articles: Its distribution and dependence on the article features[J]. Journal of informetrics, 2009. 4(1):1 - 13.

[25] REDNER S. Citation statistics from 110 years of physical review [J]. Physics today, 58(6), 49 - 54.

[26] BRZEZINSKI M. Power laws in citation distributions: Evidence from Scopus[J]. entometrics, 2015, 103(1):213 - 228.

[27] 邓慧颖,邹武,刘金福,等. 水稻病毒期刊论文被引频次分布拟合与分析[J]. 中国农学通报,2013,29(33):265 - 270.

[28] 汪跃春,史新和. 期刊论文被引频次分布拟合与分析[J]. 情报学报,2012,31(2):196 - 203.

[29] 毛国敏,蒋知瑞,任蕾,等. 期刊论文被引频次的幂律分布研究[J]. 中国科技期刊研究,2014,25(02):293 - 298,307.

作者贡献说明:

伍军红:主要撰稿人及该指数主要提出人,负责调研和数据分析部分的撰写;

肖宏:该指数计算方法的主要研究人员,提出方法修订并负责全文定稿;

任美亚:该指数计算方法的主要研究人员,研究了被引频次的分布规律,并负责全部数据处理,参与文献调研工作;

冯士雍:指数计算方法的主要审核人,对数学理论依据给予把关,负责全文审稿;

丁哲:数据分析和制图,验证了被引频次的分布规律。

Paper Citation Standardized Index(PCSI): a New Index to Quantitatively Evaluate Scientific Articles Based on Citation

Wu Junhong[1,2] Xiao Hong[1,2] Ren Meiya[1] Feng Shiyong[3] Ding Zhe[4]

[1] Chinese Academic Journal(CD)Electronic Journals Publishing House, Beijing 100192

[2] Tongfang Knowledge Network Technology Co. ,Ltd(Beijing), Beijing 100192

[3] Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190

[4] Southern University of Science and Technology, Shenzhen 518055

Abstract: [**Purpose/significance**] The citation count of an article has always been an important factor to quantitatively evaluate its academic influence. However, articles published in different disciplines and years will show great differences due to factors such as the number of research articles in this field and the lag of citation. Therefore, when comparing two papers, it is difficult to judge the influence of papers simply according to the absolute citation counts. Therefore, we design a new calculable mathematical model, so that each paper can have a standardized citation index, so as to directly compare the academic influence of papers published in different disciplines and years. [**Method/process**] In this paper, by analyzing the citation distribution law of papers in various disciplines of science and technology in Chinese academic journals in 2006 and 2017, and adopting the precondition that the citation distribution of papers of the same subject is closest to the lognormal distribution, an index for standardizing the citation —— Paper Citation Standardized Index (PCSI) is proposed. Finally, taking the selection results of The Outstanding Papers from Sci-tech Journals of China Association for Science and Technology as an example, an empirical comparative study is made between them and all the papers in the same subject. [**Method/process**] The results show that PCSI standardizes the citation counts of papers in different years and different disciplines, which reflects the linear difference of citation, thus PCSI is an ideal tool for comparative evaluation of academic influence of single paper.

Keywords: citation counts single paper evaluation Paper Citation Standardized Index paper academic influence